

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 1/2010

Erja Kainulainen (toim.)

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 1/2010

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-555-6 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2010
ISBN 978-952-478-556-3 (pdf)
ISBN 978-952-478-557-0 (html)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2010. STUK-B 119. Helsinki 2010. 17 s. + liitteet 2 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, ydinjätehuolto

Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä ja turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista voimalaitoksilla sekä kuvataan Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoshankkeeseen sekä ydinjätehuoltoon kohdistuneita STUKin valvontatoimia vuoden 2010 ensimmäisellä neljänneksellä. Raportissa on myös yhteenvedot Suomen ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyturvallisuudesta vuonna 2009.

Loviisan molemmat laitossyksiköt sekä Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisan voimalaitoksella havaittiin maaliskuun lopussa, että lievästi radioaktiivista huuhteluvettä oli kulkeutunut radioaktiivisten jätteiden kiinteytyslaitokselta ilmastointijärjestelmään. Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaan 1. Muilla vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta.

Vuonna 2009 radioaktiivisten aineiden päästöt ydinvoimalaitosten ympäristöön, ulkoinen taustasäteily sekä ympäristönäytteistä mitattu radioaktiivisuus alittivat selvästi niille asetetut rajat.

Olkiluoto 3:n rakennustyömaalla suojarakennuksen kupoliosan betonivalut alkoivat. Syksyllä reaktorin primääripiiriin kuuluvien pääkiertoputkien sisä- ja ulkopinnoilta havaitut korjaushitsaukset todettiin putkiston kestävyysnäkökulmasta merkityksettömiksi. STUK teetti putkien hitsauksille ainetta rikkomattomia tarkastuksia myös riippumattomalla osapuolella ja edellytti luvanhaltijalta aiemmin tehtyjen tarkastusten uudelleenarviointia ja täydentämistä. Koska tapaus paljasti putkistovalmistajan laadunhallinnassa parannettavaa, STUK arvioi yhdessä Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen kanssa putkistovalmistajan valmistusprosessia ja laadunhallintaa. Lisäksi STUK edellytti TVO:n ja laitostoimittajan arvioivan alihankkijoiden valvontamenettelyitään.

Ydinjätehuollon valvonnassa tärkeimmät kohteet ovat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelu sekä ydinvoimalaitoksilla syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden huolto. Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan, Onkalon, rakentaminen jatkui ja tunnelin pituus ylitti 4 km ja eteni yli 400 metrin syvyydelle. STUK valvoi tutkimustilan rakentamista sekä ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelua tarkastuksin sekä teemmällä turvallisuusarviointia kansainvälisten asiantuntijoiden tukemana.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisa 1 ja 2	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.1.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2009	8
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	10
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	10
2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2008	11
2.3 Olkiluoto 3	12
3 YDINJÄTEHUOLTO	14
3.1 Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos	14
3.2 Voimalaitosjätehuolto	16
3.3 Muuta ajankohtaista	17
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	18
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	19

1 Johdanto

STUK raportoi neljännesvuosittain Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä, tapahtumista voimalaitoksilla sekä ydinvoimalaitoksiin tehdyistä turvallisuutta parantavista muutoksista. Raportissa kerrotaan myös valvontatoimenpiteistä, joita STUK on kohdistanut Olkiluotoon rakenteilla olevaan ydinvoimalaitokseen, käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimiseen tarkoitetun maanalaisen tutkimustilan rakentamiseen ja ydinjätehuoltoon. Tarpeen mukaan raportissa kuvataan

turvallisuuden kannalta merkittäviä ydinalan tapahtumia ja toimintoja sekä raportoidaan muiden maiden merkittävistä ydinturvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista.

Raportti perustuu STUKin valvontatoiminnassaan saamiin tietoihin ja tekemiin havaintoihin. Tapahtumien turvallisuusmerkityksen kuvaamisessa käytetään ydinlaitostapahtumien kansainvälistä INES-asteikkoa (International Nuclear Event Scale).

2 Suomen ydinvoimalaitokset

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Loviisan molemmat laitossyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 102,0 % ja Loviisa 2:n 101,9 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitossyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitossyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitossyksiköiden käyttöluvisissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Matala-aktiivisen huuhteluveden kulkeutuminen apurakennuksen ilmastointijärjestelmään

Loviisan voimalaitoksen nestemäisten radioaktiivisten jätteiden kiinteytyslaitoksella huuhdeltiin hartsisäiliöitä ja sen ylivuotolinjoja puhtaalla vedellä 30.3.2010. Säiliöissä ja linjoissa oli edellisten käyttökertojen jäljiltä pieniä jäämiä hartsia, jota käytetään mm. primääripiirin jäähdytteen puhdistukseen. Tästä syystä hartsi oli radioaktiivista. Yhden hartsisäiliön pinnankorkeusmittari oli viallinen, minkä vuoksi ko. säiliötä täytettiin liikaa ja lievästi radioaktiivista vesi-hartsiseosta pääsi säiliön kaasunpoistolinjaan ja sieltä apurakennuksen ilmastointijärjestelmään. Veden joutuminen ilmastointijärjestelmään havaittiin nopeasti, koska käytävällä jolla ilmastointikanava kulkee tehtiin huoltotöitä. Huoltotöiden johdosta ilmastointikanavaan oli jouduttu tekemään väliaikainen kana-

va. Huoltotöiden tekijät havaitsivat veden valuvan varsinaisen ja väliaikaisen kanavan liitoksesta, ja ilmoittivat havainnostaan valvomoon.

Apurakennuksen käytävätila rajattiin ja alueella käynnistettiin toimenpiteet, joilla radioaktiivisuuden leviäminen rajoitettiin. Ilmastointijärjestelmä asetettiin suodatukselle, alue siivottiin ja vesi hartseineen kerättiin talteen.

Voimayhtiö teki säteilymittauksia ilmastointijärjestelmän linjoille myös etäämmällä havaintopaikasta. Pieniä määriä kuivaa radioaktiivista hartsia löytyi ilmastointijärjestelmästä sellaisista kohdista, johon nyt tapahtuneella veden ja hartsin kulkeutumisella ei ollut vaikutusta. Tästä voitiin päätellä, että apurakennuksen ilmastointijärjestelmään oli päässyt radioaktiivista hartsia jo aikaisemmin. Voimalaitoksella laajennettiin siivoustoimenpiteitä ja kerättiin ilmastointijärjestelmästä myös kaikki kuiva hartsi talteen. Viimeiset ilmastointijärjestelmän tarkastukset tehtiin 20.4.2010.

Ilmastointikanavaan päässeeseen lievästi radioaktiivisen hartsin ja veden kokonaisaktiivisuuden arvioitiin mittausten perusteella olevan alle 100 MBq. Talteen kerätyn veden kokonaismäärä oli noin 100 litraa, märkää hartsia kerättiin noin 5 litraa ja kuivaa hartsia noin 8 litraa. Siivoustyöstä kertyi työntekijöille kollektiivista säteilyannosta 0,2 mmanSv, joten työstä ei aiheutunut vaaraa henkilöturvallisuudelle.

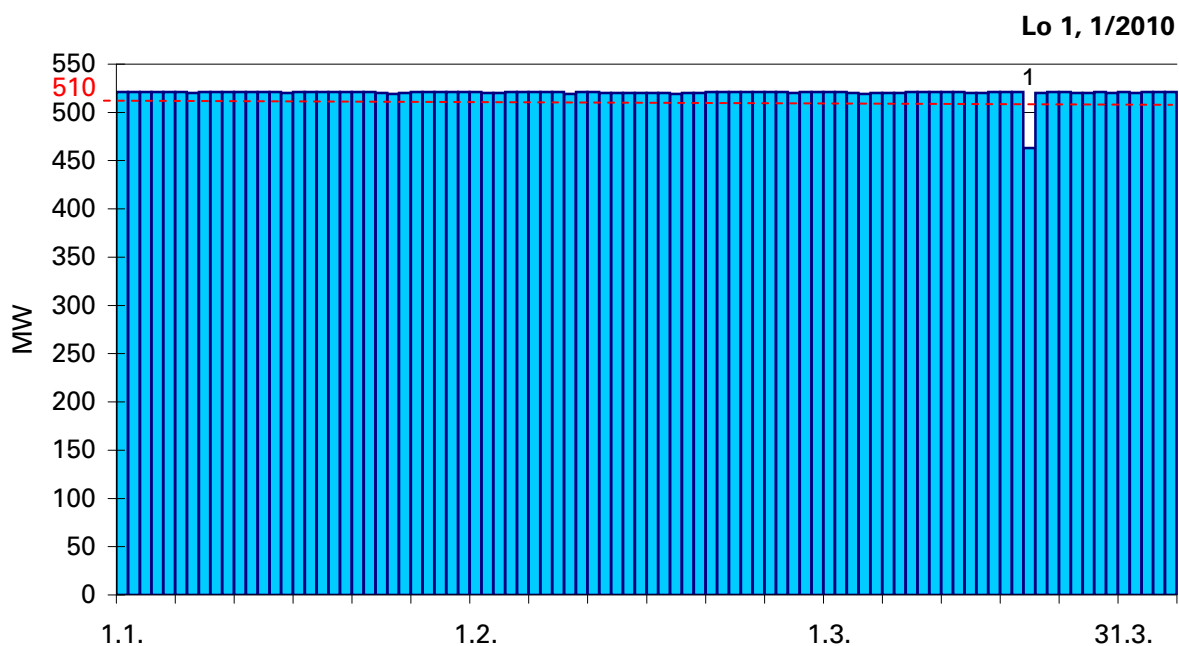
Koska apurakennuksen ilmastointijärjestelmä ohjaa poistettavan ilman ilmastointipiippuun, ilmastointipiipun näytteenottolinjojen suodattimet mitattiin. Niistä ei löytynyt hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita eikä siten ollut viitteitä siitä, että hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita olisi päässyt ympäristöön.

Voimayhtiö teki kattavia mittauksia laitoksen ulkoalueilla varmistaakseen, ettei hiukkasmaista hartsia ole päässyt ympäristöön piipun kautta.

Mittauksissa keskityttiin sulamis- ja sadevesien valumareitteihin. Radioaktiivisia hiukkasia ei mitauksien perusteella löydetty. Voimayhtiö havaitsi kuitenkin hyvin pieniä määriä radioaktiivisuutta (Co-60) pysäköintialueelta kerätystä alueen hiekoitukseen käytetystä hiekasta. Määrä oli 0,2 Bq/kg. Havaitun määrän perusteella voidaan arvioida, että tapahtuman yhteydessä ympäristöön mahdollisesti päässeen aktiivisuuden määrä on niin pieni,

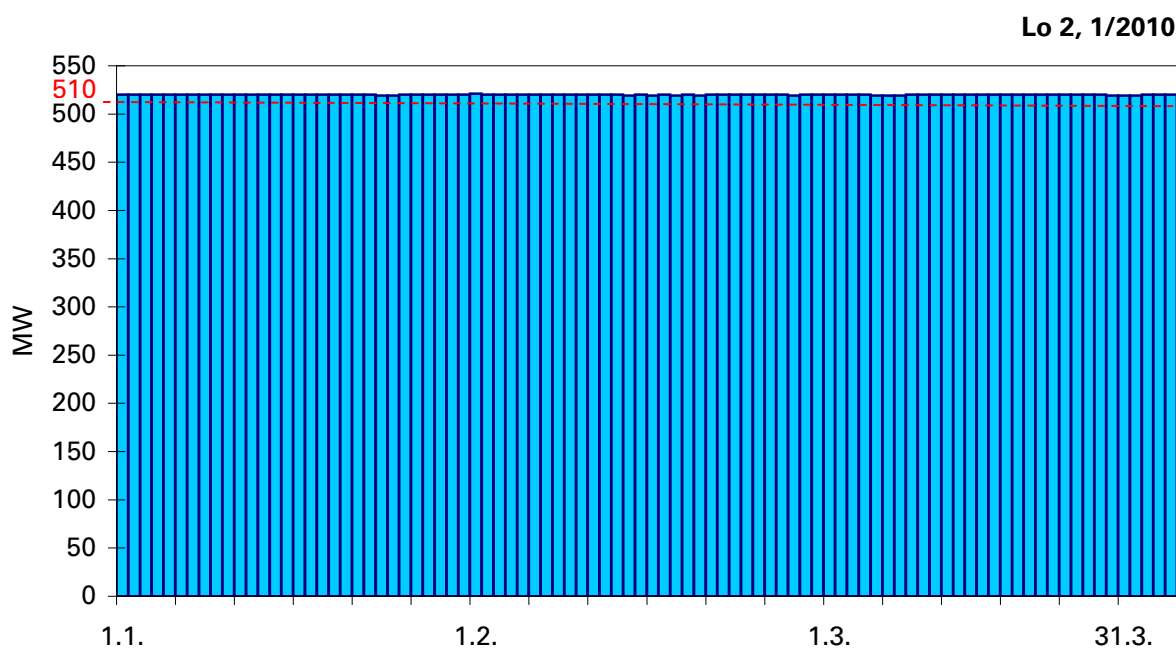
ettei sillä ole mitään merkitystä laitoksen ympäristölle tai ympäristön ihmisille.

Tapahtuma osoitti, että erilaisten prosessitoimenpiteiden ja virhetoimintojen seurauksena kaasunpoistolinjojen kautta voi päästä nestemäisiä aineita paikkoihin, joihin ne eivät kuulu. Nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitoksen käyttöä ei ole tapahtuman jälkeen jatkettu. Fortum selvittää laitoksen prosessisuunnittelua ja ohjeistusta.



1. Turbiinin pikasulku generaattorin tiivisteöljysäiliön alhaisen pinnankorkeuden vuoksi.

Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2010.



Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2010.

Nestemäisen aineen joutuminen kaasunpoistolinjaista ilmastointijärjestelmään estetään prosessiteknisin muutoksin. Säiliöiden nestepinnan korkeuden mittausta parannetaan, jotta vastaavaa säiliön ylitäyttämistä ei pääse tapahtumaan. Myös kiinteytyslaitoksen käyttöohjeita tarkennetaan.

Tapahtuma luokiteltiin tapahtuma-asteikolla luokkaan INES 1.

2.1.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2009

Radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilyvalvonta

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2009 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 8,0 TBq, mikä on noin 0,04 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisen ilman aktivointituote argon-41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 26,3 MBq, mikä on noin 0,01 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös

hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita 122 MBq, tritiumia 0,4 TBq ja hiili-14:ää noin 0,3 TBq.

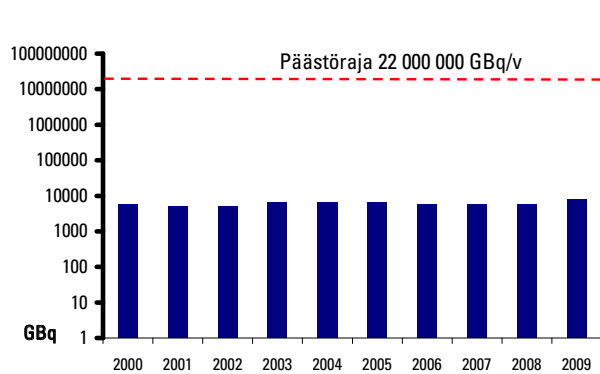
Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 21 TBq oli alle 14 % päästörajasta. Mereen päästettyjen muiden nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 1,8 GBq, mikä on 0,2 % laitospaikkakohteisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,45 mikrosievertiä vuodessa eli alle 0,5 % asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaavanlaisen säteilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin kolmen tunnin aikana.

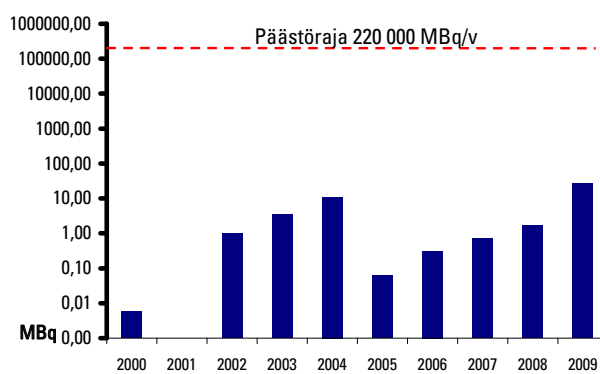
Loviisan voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä noin 280 näytettä vuoden 2009 aikana. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitataan myös säännöllisesti. Osasta analysoiduista ympäristönäytteistä on havaittu erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin ydinvoimalaitokselta. Määrät ovat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä ympäristön kannalta eikä vaikutusta ihmisten säteilyaltistukseen.

Taulukko 1. Vuoden 2009 Loviisan ympäristönäytteistä havaitut radionuklidit, jotka ovat peräisin Loviisan voimalaitokselta.

Näytelaji	Niiden ympäristönäytteiden lukumäärät, joista havaittiin ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radionuklideja (samasta näytteestä on voitu havaita useita eri nuklideja)						
	H-3	Mn-54	Co-58	Co-60	Ag-110m	Te-123m	Sb-124
Laskeuma	–	–	–	6	2	–	–
Vesikasvit	–	–	1	4	3	1	2
Sedimentoituva aines	–	1	–	4	1	–	–
Merivesi	5	–	–	–	–	–	–

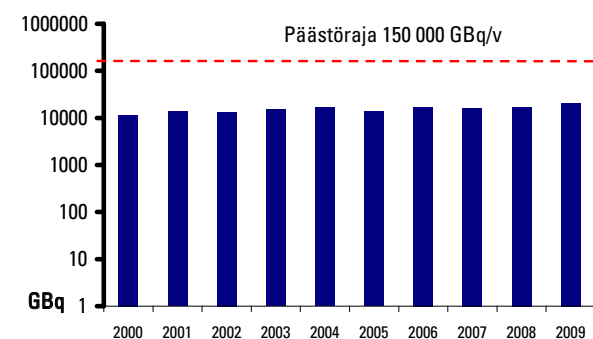


Jalokaasut krypton-87-ekvivalenteina

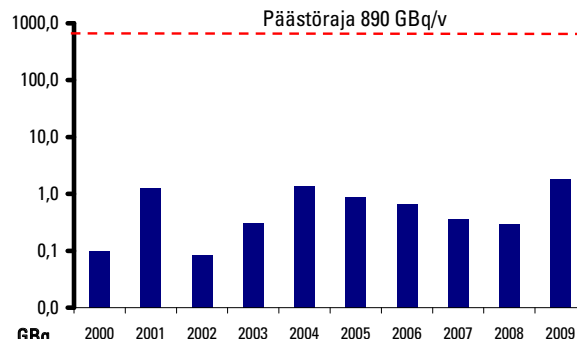


Jodipäästöt jodi-131-ekvivalenteina. Vuonna 2001 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

Kuva 3. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Loviisan laitokselta.

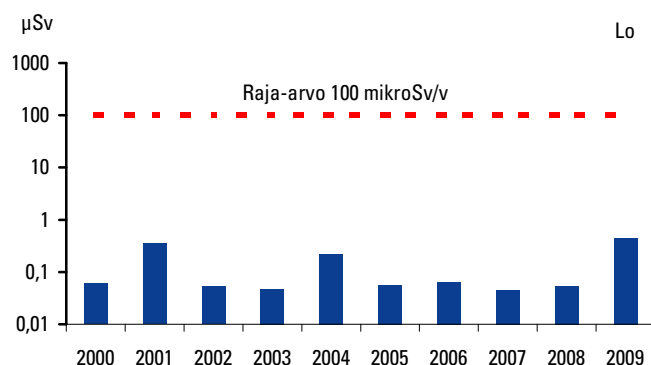


Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

Kuva 4. Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Loviisan laitokselta.



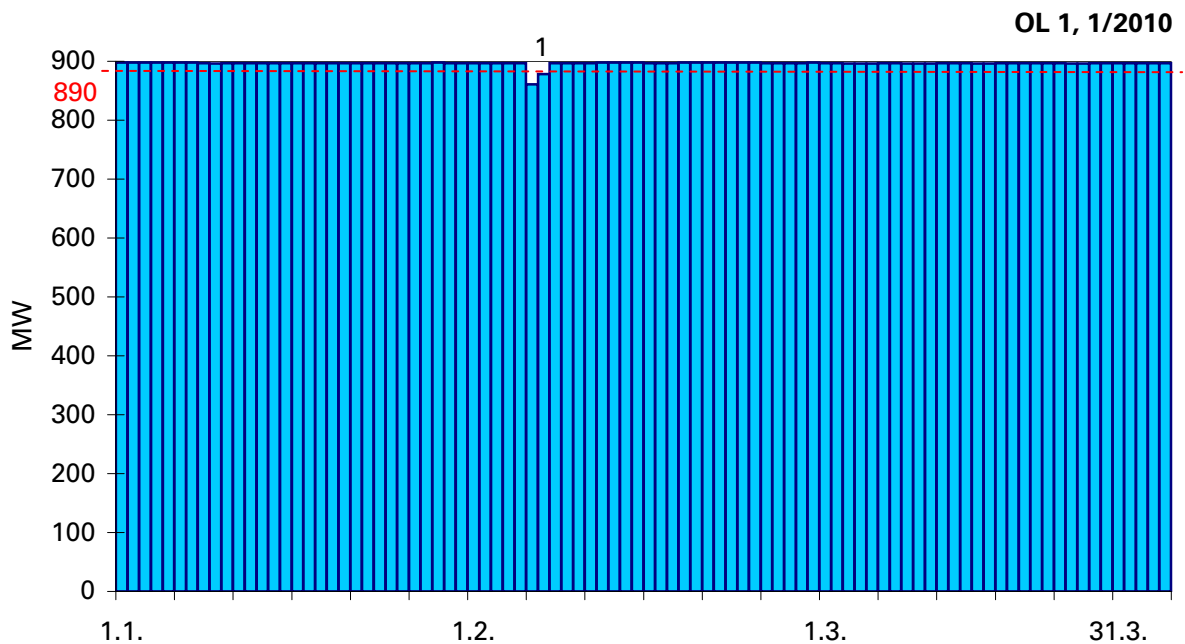
Kuva 5. Altistuneimman väestön osan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Loviisan laitoksen ympäristössä.

2.2 Olkiluoto 1 ja 2

2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

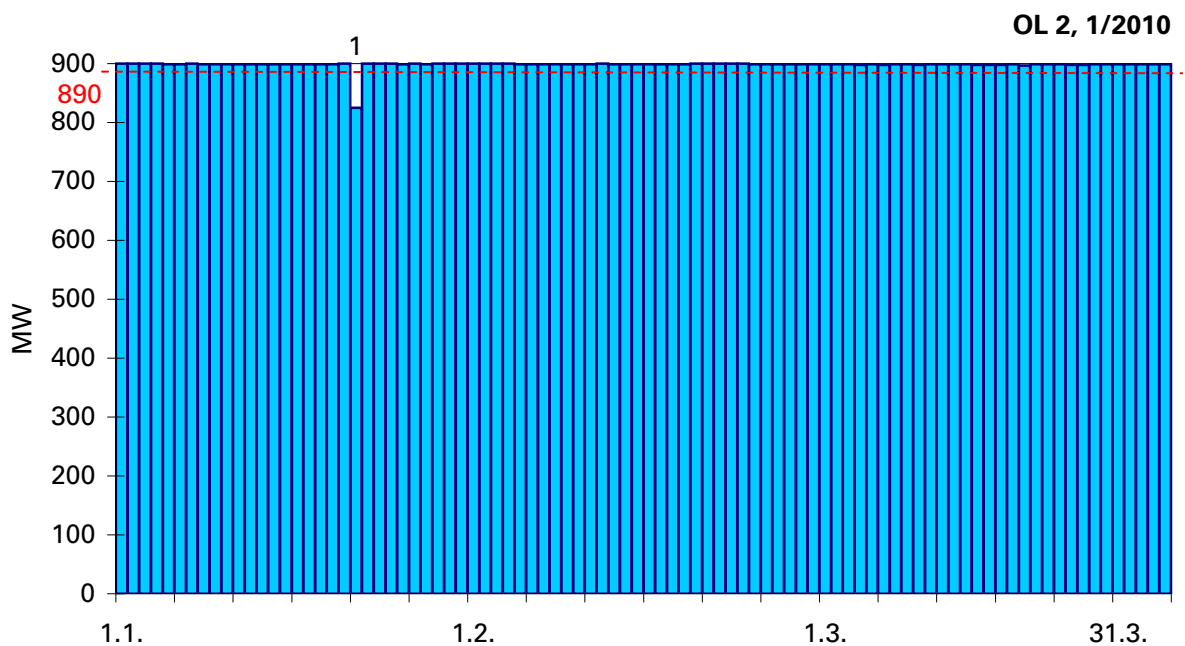
Olkiluodon molemmat laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen ajan. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 100,7 % ja Olkiluoto 2:n 100,9 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan

nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 6 ja 7.



1. Tehonalennusta vaatinut määräaikaikoe. Tehonalennuksen yhteydessä yksi pääkiertopumppu pysähtyi elektroniikkakorttivian vuoksi.

Kuva 6. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2010.



1. Välitulistimen lauhdesäiliön pintavahdin laippavuodon korjaus.

Kuva 7. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho tammi–maaliskuussa 2010.

2.2.2 Ympäristön säteilyturvallisuus vuonna 2008

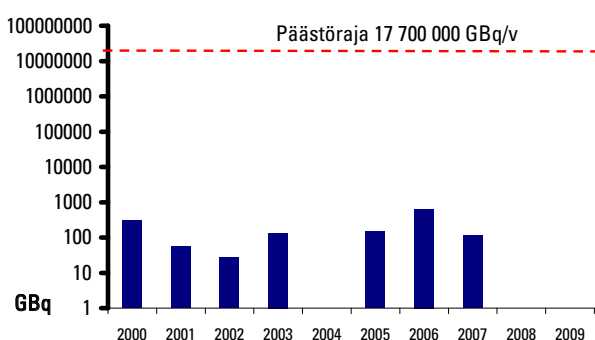
Radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilyvalvonta

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2009 huomattavasti alle asetettujen vuosipäästörajojen. Radioaktiivisia jalokaasuja ei havaittu pääsevän laitokselta ympäristöön. Jodipäästöt ilmaan olivat

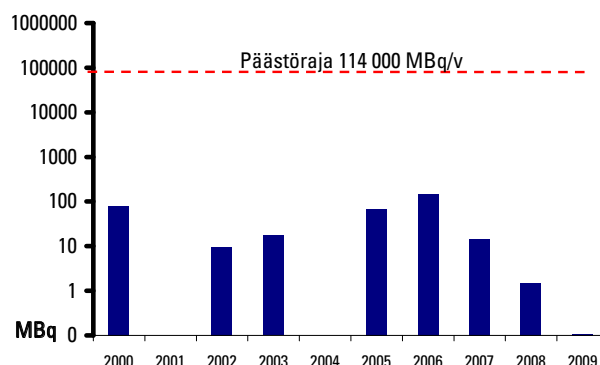
noin 0,1 MBq, mikä on noin 0,0001 % asetetusta rajasta. Päästöpiipun kautta ilmaan johdettiin myös hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita 29 MBq, tritiumia 0,3 TBq ja hiili-14:ää noin 0,8 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiums sisältö 1,9 TBq oli noin 10 % vuosipäästörajasta. Mereen päästettyjen muiden radionuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,2 GBq, mikä on alle 0,1 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos

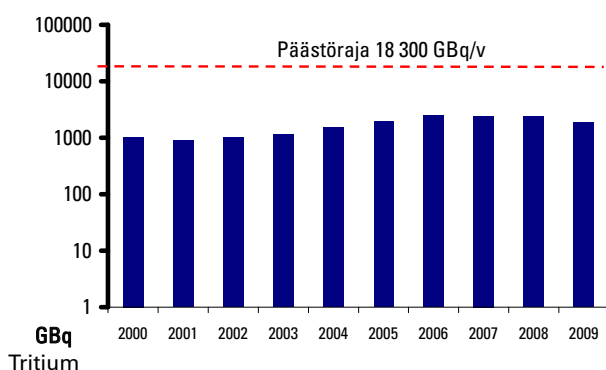


Jalokaasut krypton-87-ekvivalentteina. Vuosina 2004, 2008 ja 2009 jalokaasupäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

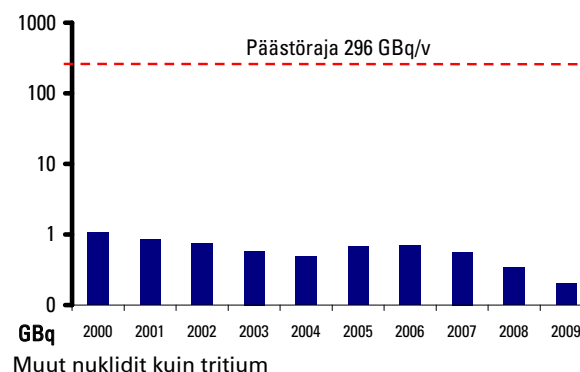


Jodipäästöt jodi-131-ekvivalentteina. Vuosina 2001 ja 2004 jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan.

Kuva 8. Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan Olkiluodon laitokselta.

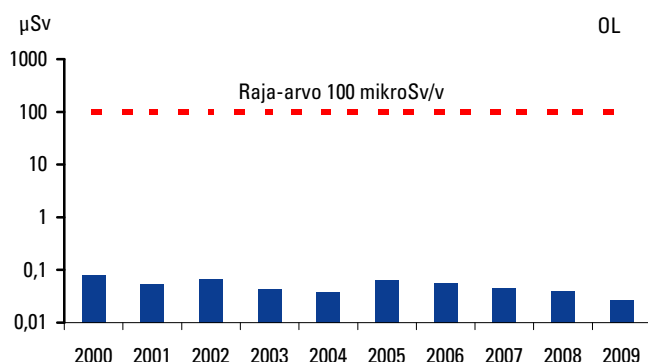


Tritium



Muut nuklidit kuin tritium

Kuva 9. Radioaktiivisten aineiden päästöt mereen Olkiluodon laitokselta.



OL

Raja-arvo 100 mikroSv/v

Kuva 10. Altistuneimman väestön osan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Olkiluodon laitoksen ympäristössä.

Taulukko 2. Vuoden 2009 Olkiluodon ympäristönäytteistä havaitut radionuklidit, jotka ovat peräisin Olkiluodon voimalaitokselta.

Näytelaji	Niiden ympäristönäytteiden lukumäärät, joista havaittiin ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radionuklideja (samasta näytteestä on voitu havaita useita eri nuklideja)			
	H-3	Mn-54	Co-58	Co-60
Ilmankeräys	–	1	1	1
Vesikasvit	–	3	–	8
Pohjaeläimet (simpukka)	–	–	–	1
Sedimentoitava aines	–	–	–	7
Merivesi	2	–	–	–

ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,03 µSv eli selvästi alle 0,1 % asetetusta rajasta. Keskimääräinen suomalainen henkilö saa vastaan saateilyannoksen luonnon ja avaruuden säteilylähteistä noin 15 minuutissa.

Olkiluodon voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä noin 280 näytettä vuoden 2009 aikana. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitataan myös säännöllisesti. Osasta analysoiduista ympäristönäytteistä on havaittu erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin ydinvoimalaitokselta. Määrät ovat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä ihmisten säteilyaltistukseen.

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2010 ensimmäisellä neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä komponenttien valmistuksen ja laitoksen rakennus- ja asennustöiden valvontaa. Myös STUKin rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset jatkuivat laitospaikalla. STUK toteutti tarkastelujaksolla kaksi ohjelman mukaista tarkastusta, jotka kohdentuivat laadunhallintaan ja laiteasennuksen ohjausprosessiin.

Suojarakennuksen kupoliosan betonointi aloitettiin valamalla 20 cm kerros betonia teräsvuorauksen päälle. Kupoliosan valut jatkuvat nyt paksummilla valukerroksilla. Suojarakennuksen sisä rakenteiden betonityöt ovat pääosin valmiit; tilojen viimeistelytyöt ja hätäjähdytysvesisäiliön teräsverhouksen asennustyöt jatkuvat. Apu-, sivu-

merivesipumppaamo-, diesel- ja jäterakennusten rakennustöitä jatkettiin.

Putkistoasennukset laitospaikalla jatkuivat. Laitostoimittaja on aloittanut valmistelut primääripiiriin päälaitteiden (reaktoripaineastia, höyrystimet, pääkiertopumput ja pääkiertoputket) asentamiseksi kevään aikana. Päälaitteiden asennusten aloittaminen edellyttää muun muassa reaktorihallin nosturin käyttöönottoa. STUK on kohdistanut putkistoasennusten valvontaan edelleen erityistä huomiota, jotta asennustöissä mahdollisesti ilmenneisiin epäkohtiin voidaan puuttua heti niiden ilmettyä. Asennus- ja hitsaustyöt etenivät tarkastelujaksolla hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti.

Syksyllä 2009 havaittiin primääripiiriin kuuluvien pääkiertoputkien sisä- ja ulkopinnoilta hitsaamalla tehtyjä korjauksia. Korjaushitsauksista ei ollut asiaankuuluvia tallenteita, joiden perusteella hitsausten hyväksyttävyyden olisi voitu arvioida. Korjausten turvallisuusmerkityksen arviointi jatkui tarkastelujaksolla ja korjaushitsaukset todettiin putkiston kestävyysnäkökulmasta merkitykselliseksi, mutta tapaus paljasti putkistovalmistajan toiminnassa merkittäviä laadunhallinnallisia puutteita. STUK teki yhdessä Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen kanssa tarkastuksen valmistajalle valmistuksen ja sen laadunhallinnan tilan arvioimiseksi. Laadunhallinnan puutteiden takia STUK teetti riippumattomalla osapuolella putkien hitsauksille ainetta rikkomattomia tarkastuksia ja edellytti luvanhaltijalta aiemmin tehtyjen tarkastusten uudelleenarviointia ja täydentämistä. STUK edellytti, että TVO selvittää mitä muita tuotteita kyseinen valmistaja on toimittanut Olkiluoto 3:lle sekä arvioi, onko havaituilla toimintatapapuutteilla voinut olla vaikutusta tuotteiden laatuun. Lisäksi STUK edellytti TVO:n arvioivan sekä omaa että laitostoimittajan alihankkijoiden valvontaa nyt havaittujen kokemusten perusteella.

STUK jatkoi laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmien osalta. STUK tarkasti järjestelmäsuunnittelua koskevan analyysin, jolla osoitetaan erilaisuusperiaatteen käytön riittävyys Olkiluoto 3 -laitosyksiköllä. STUK edellytti analyysin täydentämistä mm. automaatio-suunnittelun osalta. Automaation yleisarkkitehtuuria kuvaava

raportti toimitettiin STUKille hyväksyttäväksi ja STUK aloitti sen tarkastuksen.

STUK kohdisti rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset TVO:n Olkiluoto 3 -projektin laadunhallintaan ja laiteasennuksen ohjausprosessiin. Laadunhallintaa koskevassa tarkastuksessa STUK edellytti, että TVO

- laatii välittömästi raportit niistä sähkölaitteiden valmistajille tehdyistä valvontakäynneistä, joita ei ole dokumentoitu TVO:n ohjeiston mukaisesti
- kehittää Olkiluoto 3:lle saapuvien laitteiden vastaanottotarkastusten menettelyjä siten, että havaittujen puutteiden johdosta käynnistettävät toimenpiteet ovat turvallisuusmerkityksen kannalta riittävän laajoja
- selvittää, miten TVO asennusvalvonnassaan varmistuu huonetilojen asennus- ja valmistustöiden aikaiselle puhtaustasolle asetettujen vaatimusten toteutumisesta
- selvittää tekniikkayksikön vastuulla olevien, yli kaksi vuotta vanhojen avoimien toiminnallisten poikkeamien tilanteen.

TVO:n laiteasennuksen ohjausprosessiin kohdistetussa tarkastuksessa STUK todensi luvanhaltijan valvonta-, tarkastus- ja ohjaustoimenpiteiden riittävyttä Olkiluoto 3:n laitteiden ja rakenteiden asennustoiminnassa. Tarkastus oli jatkoa vuonna 2009 tehdyille kolmelle tarkastukselle, jotka koskivat TVO:n asennusvalvontaa. STUK edellytti, että TVO

- täydentää projektin laadunhallintajärjestelmän prosesseja työmaavalmistuksen laadunohjausprosessilla

- tarkentaa sähkö- ja automaatiotekniikan laadunvarmistusyksikön tehtävänkuvausta siten, että yksikölle tehtävänkuvauksessa esitetyt vastuut täyttyvät ja että työnjako TVO:n projektioorganisaation eri yksiköiden välillä on selkeä
- huolehtii, että eri lähteistä, kuten laitevalmistuksen valvonnasta, laitteiden tehdastestien seurannasta ja asennustoiminnan valvonnasta, tehtyjä huomautuksia voidaan hallita keskitetysti sekä määrittelee myös menettelyt huomautusten sulkemiseksi
- antaa asennusvalvojille koulutusta asennettavien laitteiden ja rakenteiden suunnitteluvaiheista, jotta asennusvalvojat pystyvät arvioimaan esitettyjen vaatimusten toteutumista. Esimerkkinä tarkastuksessa oli Olkiluoto 3:n kaapelointikonsepti, joka määrittelee mm. erotteluvaatimukset turvallisuusluokiteltujen ja muiden kaapeleiden välillä.
- määrittelee asennusvalvonnassa tarvittavan asiantuntemuksen tehtävä- ja vastuualuekohtaisesti. Asennusvalvojien koulutus, pätevyudet ja työkokemus tulee olla todennettavissa.

Vuonna 2009 tehtyjen tarkastusten vaatimuksista ajankohtaisia olivat edelleen, miten TVO

- varmistaa laitteiden asennussuunnitelmiin vaikuttavien aineistojen ja vaatimusten huomioimisen asennusohjeistossa
- varmistaa, että hitsausta suorittavien urakoitsijoiden tuotantokokeisiin liittyvät vaatimukset on hyväksytty ja menettelyt ovat asennusvalvojien tiedossa.

3 Ydinjätehuolto

3.1 Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos

Maanalaisen tutkimustilan rakentamisen valvonta

Posiva jatkoi Olkiluodossa maanalaisen tutkimustilan rakentamista. Suunnitelmien mukaan Onkalo tulee toimimaan osana myöhemmin rakennettavaa loppusijoituslaitosta, joten tutkimustila rakennetaan ja sen rakentamista valvotaan ydinlaitosta koskevien vaatimusten mukaisesti. Loppusijoitus on suunniteltu toteutettavaksi syvyydelle 420 metriä ja Onkalon tekniset tilat syvyydelle 437 metriä.

Onkalon rakentaminen on jaettu viiteen louhintavaiheeseen, joista vuoden 2010 ensimmäisellä neljänneksellä louhittiin neljättä vaihetta. STUK valvoi louhittavan kallion etukäteiskartoituksia ja -tutkimuksia, poraus-räjäytystekniikalla tehtävää ajotunnelin louhintaa, pystykuilujen nousuporausta, kallion tiivistämistä sementti-injektioinnilla sekä kallion lujittamista.

Tarkastukset työmaalla

STUK teki työmaalle tarkastuksia keskimäärin kaksi kertaa kuukaudessa. Tarkastuksilla valvottiin rakentamista, sen laatua ja etenemistä sekä kalliooperätutkimuksia. STUKin ja Posivan kesken pidettiin kerran kuukaudessa työmaan seuranta-kokouksia, joissa käsiteltiin Onkalon rakentamista ja valvontaan liittyviä turvallisuusasioita.

STUK valvoi Onkalon rakentamisen etenemistä vuoden ensimmäisellä neljänneksellä seuraavasti:

- Tarkastelujaksolla Onkalon rakentaminen eteni hyväksytyllä tavalla ja aikataulussaan. Ajotunnelia louhittiin pituussuunnassa 4055 metrin kohdalta alkaen 4200 metriin (401 metrin syvyydelle). Ajotunneli oli kuivaa, joten siinä

ei tarvinnut suorittaa tiivistystä injektoimalla. Henkilökuilu 1:n syventämistä 437 metrin syvyydelle valmisteltiin injektoimalla kuiluja ympäröivää kalliota syvyydellä 333–437 metriä.

- STUK kävi työmaakäynnin yhteydessä perehtymässä kahden pilottireiän (numerot 12 ja 13) kairasydämiin. Pilottireiällä ja sen kairanäytteellä Posiva tutki kalliota etukäteen louhintaa varten.
- Posiva teki päätöksen vaihtaa kalliorakentamisen urakoitsijaa Onkalon viimeiselle toteutusvaiheelle, tunneliurakka 5:lle (TU5). Uusi urakoitsija (Destia) aloittaa louhintatyöt toteutusvaiheen tunneliurakka 4 (TU4) aikana. STUK tarkasti 28.–29.3.2010 uuden urakoitsijan valmiudet toteuttaa Onkalon kalliorakentaminen hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti ja totesi ne riittäviksi.
- Posivan STUKille toimittamien suunnitelmien perusteella työmaan seurantakokouksissa käsiteltiin säännöllisesti kallion mekaanisiin ominaisuuksiin kuuluvaa kallion hilseilylujuutta ja siihen liittyviä tutkimuksia. Hilseilyn mahdollista epäsuotuisaa vaikutusta loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudelle tutkitaan.
- STUK teki kolme rakentamisen aloitusvalmiuden tarkastusta louhittujen tunneliseinien ruiskubetonointiluvan antamiseksi. Tarkastuksilla varmistettiin mm. kalliopintojen kartoitustietojen ja laserkeilausten riittävyys tunnelissa välillä 3900–4125 metriä. Tarkastelujaksolla kallion lujittamiseksi tunnelin ruiskubetonointi eteni tunnelin pituussuunnassa 4000 metriin asti.
- Työmaakäynneillä valvottiin kallion lujittamiseksi tehtyä tunnelin systemaattista kalliopulvitusta, mikä eteni tunnelin perälle saakka eli 4200 metriin.

- STUKin valvomat Onkalon lämpö-, vesi- ja ilmastointi- sekä sähköjärjestelmien asennustyöt jatkuivat suunnitelman mukaisesti.

Onkalon rakentamisen tarkastusohjelmalla valvotaan Posivan rakentamisorganisaatiota ja sen toimintatapoja. STUK on suunnitellut vuodelle 2010 kahdeksan tarkastusohjelman tarkastusta, jotka keskittyvät mm. Onkalon suunnittelun, rakentamisen ja monitoroinnin hallintaan sekä turvallisuuteen liittyen toimintojen laadunvarmistukseen. Vuoden ensimmäiselle neljännekselle ei kuulunut yhtään ohjelman mukaista tarkastusta.

Rakentamisen asiakirja-aineistojen tarkastukset

STUK hyväksyi Posivan toimittaman Onkalon luokitusasiakirjan päivityksen, jossa esitetään toteuttavien järjestelmien ja rakenteiden jako luokkiin niiden turvallisuusmerkityksen mukaisesti. Luokitusasiakirjaan oli päivityksen yhteydessä lisätty uusia järjestelmiä ja niiden luokitukset sekä asiakirja oli päivitetty STUKin aiemmin esittämien vaatimusten mukaisesti.

STUK aloitti tarkastelujaksolla seuraavien Posivan toimittamien aineistojen käsittelyn:

- Onkalo-projektin kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma, jonka toimittaminen perustuu ohjeeseen YVL 1.1. Ohjelma tullaan laajentamaan ja päivittämään myöhemmässä vaiheessa myös loppusijoitustiloja koskevaksi.
- Onkalon rakentamisen suunnitteluasiakirjojen toimitussuunnitelman ja Onkalon rakentamisen tiedotussuunnitelman päivitykset
- STUKille hyväksyttäväksi toimitettavien kallioteknisten suunnitteluasiakirjojen käsittelyohje, jonka Posiva laati STUKin tarkastuksen huomautuksen johdosta.

STUK aloitti Onkalon viimeisen vaiheen, tunne-liurakka 5 (TU5), suunnitteluasiakirjojen käsittelyn. Aineisto koostuu mm. kallioteknisistä tyyppi- ja toteutussuunnitelmista, lujituslaskelmista sekä kallioperä- ja jännitustilavaurioennusteista. STUK käsittelee suunnitelmat ennen TU5-vaiheen lounahintatyön aloittamista.

STUK tarkasti lisäksi toteutusaineistoja, jotka koskivat Onkalon pää-, arkkitehti-, kallio-, lämpö-, vesi- ja ilmastointisuunnitelmia. Posiva toimitti

STUKille myös Onkalon pilottikairauksesta suunnitelman, jonka tarkastus aloitettiin.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset

Työ- ja elinkeinoministeriö edellytti vuonna 2003, että Posivan tulee toimittaa loppusijoituslaitoksen nk. esirakentamislupa-aineisto viranomaisille vuonna 2009. Esirakentamislupa-aineistolla tarkoitetaan ydinenergialuvan mukaista rakentamislupahakemusta vastaavaa aineistoa ja selvitystä aineistossa olevista täydennystarpeista. STUKissa on perustettu projekti tämän aineiston tarkastamiseksi.

STUK teki aineistosta kattavuustarkastuksen, jonka yhteenveto viimeistellään vuoden toisella neljänneksellä. STUKin kattavuustarkastus koski ydinenergia-asetuksessa, ydinjätteitä koskevassa valtioneuvoston asetuksessa sekä STUKin YVL-ohjeissa esitettyjen aineistojen toimittamista. Näistä tärkeimpiä ovat alustava turvallisuusseloste, luokitusasiakirja, todennäköisyyspohjainen riskianalyysi, selvitys rakentamisen laadunhallinnasta, suunnitelma ydinmateriaalivalvonnan järjestämisestä, alustavat suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyistä sekä pitkäaikaisturvallisuuden osoittava turvallisuusperustelu. Tarkastuksen perusteella Posiva voi toimittaa STUKille lisäselvityksiä ja huomioida tarkastuksen tulokset rakentamislupahakemuksen lopullisessa valmistelutyössä.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuusperustelun tutkimus- ja kehitysaineisto käsitteli Olkiluodon paikkatutkimuksia, pitkäaikaisturvallisuutta, turvallisuusanalyysijä sekä teknisiä vapautumisestettä. Ensimmäisen vuosineljänneksen aikana on käynnistetty turvallisuusanalyysiin liittyvän aineistokokonaisuuden arviointi. Kokonaisuuteen kuuluvat radionuklidien kulkeutumista, malleja ja dataa sekä biosfäärin turvallisuusanalyysiä koskevia selvityksiä.

STUK on Posivan aineistojen tarkastustyössä tunnistanut aiheita, joita on turvallisuuden varmistamiseksi tarpeen selvittää tai analysoida lisää, tai joiden turvallisuusmerkitystä ei tällä hetkellä täysin tunneta. STUKin turvallisuuskysymykset liittyvät paikkatutkimuksiin, teknisiin vapautumisestettä ja turvallisuusanalytiikkaan. STUK jatkoi turvallisuuskysymysten käsittelyä

Posivan kanssa keskittyen erityisesti turvallisuusmerkitykseltään tärkeimpiin kysymyksiin. Tarkastustyössä STUKin tukena oli kotimaisten asiantuntijoiden lisäksi ulkomaisia asiantuntijoita Sveitsistä, Ruotsista, Iso-Britanniasta, Saksasta ja USA:sta.

3.2 Voimalaitosjätehuolto

Loviisan voimalaitoksen kiinteytyslaitos

Nestemäiset matala- ja keskiaktiiviset jätteet käsitellään loppusijoitusta varten betonoimalla kiinteytyslaitoksessa. Ennen kiinteytyslaitoksen käyttöönottoa on toteutettava hyväksytysti koeohjelma, jolla varmistetaan, että kiinteytyslaitoksen järjestelmät toimivat suunnitellusti. Kokeissa varmistetaan mm. automaatiojärjestelmien toiminta, prosessin mittalaitteiden välittämän informaation oikeellisuus ja riittävyys sekä jätepakkauksen radioaktiivisuusmittausten luotettavuus.

STUK on aiemmin hyväksynyt haihdutusjätteellä tehdyn koekäytön tulokset ja hartsijätteiden kiinteytyksen koekäyttöohjelman. Koekäyttö hartsijätteellä aloitettiin toukokuussa 2009. Koekäyttö keskeytettiin, koska annostelusäiliön pinnankorkeusmittaus ei toiminut luotettavasti (ks. tapahumakuvaus kohdassa 2.1.1) Lisäksi koekäytössä havaittiin muita puutteita hartsin annostelujärjestelmässä. STUK hyväksyi Fortum Power and Heatin toimittaman ennakkotarkastusaineiston hartsin annostelujärjestelmän korjauksista maaliskuussa vuonna 2010.

Loviisan voimalaitoksen kiinteytetyn voimalaitosjätteen loppusijoituslaitos

Loviisan voimalaitoksen matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoituslaitokseen on rakennettu loppusijoitustila kiinteetytylle jätteelle. Tätä loppusijoitustilan osaa ei ole vielä otettu käyttöön. Fortum Power and Heat jatkoi loppusijoitustilan käyttöönottovalmisteluja vuoden 2010 ensimmäisellä neljänneksellä. Kiinteytyslaitoksen käyttöönoton viivästymisen vuoksi loppusijoitustilan käyttöönotto ei ole ollut kiireellinen asia.

Voimalaitosjätteiden käsittelyn kehittäminen Loviisan voimalaitoksella

Loviisan voimalaitoksella kehitetään voimalaitosjätteiden huoltoa ottamalla käyttöön keskitetyt tilat huoltojätteiden käsittelyä, aktiivisuusmäärittystä ja tilapäisvarastointia varten. Näihin tarkoituksiin muunnetaan nykyisiä valvomattoman alueen kone- ja sähkökorjaamotiloja, joiden toiminnot puolestaan siirtyivät uuteen rakennukseen. Tilojen rakennustyöt ovat edenneet suunnitellusti. Vuoden 2010 ensimmäisen neljänneksen aikana Fortum Power and Heat teki tulevien jätehuoltotilojen ilmastointi- ja säteilymittausjärjestelmien käyttöönottokeiteita.

Loviisan loppusijoitustilan käyttäminen voimalaitosjätteen välivarastointiin

Fortum Power and Heat suunnittelee voimalaitosjätteen loppusijoitustilan laajentamista. Tarkoitus on louhia uusi huoltojätteen loppusijoitustunneli suunniteltua aikaisemmin. Loppusijoitukseen kyseistä tilaa ei käytetä tässä vaiheessa, vaan tilassa lajitellaan ja varastoidaan jätettä väliaikaisesti. Varastoitu jäte vapautetaan myöhemmin valvonnasta. Fortum Power and Heat keskusteli TEM:n ja STUKin kanssa vaadittavasta luvituksesta, ja toimitti TEM:lle toimintasuunnitelman perusteluineen. TEM pyytää Fortum Power and Heatin suunnitelmasta STUKilta lausunnon, jonka valmistelu aloitettiin.

Käytöstäpoistettujen välitulistimien vienti Olkiluodosta Ruotsiin

TVO vie voimalaitosalueelle varastoidut käytöstäpoistetut välitulistimet käsiteltäviksi Studsvik Nuclear AB:lle Ruotsiin. Käsittelyssä radioaktiivinen aine erotetaan ja palautetaan TVO:lle loppusijoitettavaksi Olkiluotoon. Jäljelle jäänyt metalli vapautetaan valvonnasta ja toimitetaan kierrätykseen. TVO toimitti asiaa koskevat lupahakemukset STUKin käsittelyyn helmikuussa vuonna 2010. Lupahakemukset vientilupahakemusta lukuun ottamatta hyväksyttiin maaliskuussa 2010. Vientiluvan myöntäminen edellyttää Ruotsin viranomaisen (SSM) suostumusta, jota SSM ei vielä maaliskuun 2010 lopussa ollut toimittanut STUKille.

Olkiluodon loppusijoitustilan käyttöluvan päivittäminen

Olkiluodon voimalaitosjätteen loppusijoituslaitoksella on käyttölupa voimassa vuoden 2051 loppuun. Lupa kattaa vain voimalaitosyksiköiltä Olkiluoto 1 ja 2 peräisin olevan jätteen loppusijoittamisen. TVO keskusteli maaliskuussa 2010 STUKin kanssa luvan päivittämisestä kattamaan Olkiluoto 3 -laitosyksikön tuottamien jätteiden sekä valtion hallinnassa olevien pienjätteiden loppusijoituksen.

3.3 Muuta ajankohtaista

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan ydinjätejaosto

STUKille neuvoa antavan ydinturvallisuusneuvottelukunnan ydinjätejaosto aloitti uuden toimikauden ja sen jäseniksi kutsuttiin huippuasiantuntijoita Ranskasta, USA:sta, Ruotsista, Englannista ja Sveitsistä sekä VTT:ltä, Lappeenrannan yliopistosta ja Aalto-yliopistosta sekä ympäristöministeriöstä. STUK kehitti jaoston toimintatapaa entistä paremmin STUKin työtä tukevaksi.

LIITE 1

YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Kuva: Fortum Power and Heat Oy

Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



Kuva: Teollisuuden Voima Oyj

Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 3	Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005		n. 1600 (netto)	Painevesireaktori (PWR), Areva NP

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oyj Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

www-news.iaea.org/news

